

Préface

La mécanique quantique est désormais une discipline scientifique de base, enseignée dans toutes les universités. Elle permet de rendre compte du comportement du monde microscopique avec une précision impressionnante, et en particulier du fonctionnement de tous les objets techniques (ordinateurs, téléphones mobiles, disques laser, etc.) que nous utilisons dans notre vie courante. Une pratique quotidienne de cette discipline permet au physicien d'acquérir une certaine maîtrise dans le maniement du formalisme quantique, une certaine intuition des erreurs qu'il ne faut pas commettre, de la démarche qu'il faut suivre pour parvenir au résultat correct. Cependant, lequel d'entre nous n'a pas ressenti, au moins une fois dans son parcours scientifique, un certain trouble concernant les fondements de la théorie quantique, l'impression qu'une formulation convaincante et satisfaisante de cette théorie restait encore à élaborer.

Un grand nombre d'ouvrages d'enseignement de la mécanique quantique sont désormais disponibles, qui présentent en détail le formalisme quantique traditionnel et la manière dont il permet de rendre compte des propriétés des atomes et molécules, des corps solides et liquides, des interactions matière - rayonnement, et plus généralement du monde physique qui nous entoure. D'autres livres retracent l'histoire de l'élaboration de cette discipline, et décrivent les diverses étapes qui ont conduit à sa formulation moderne. Rares sont cependant ceux qui présentent, d'une part une revue des difficultés conceptuelles de la théorie, et d'autre part un panorama complet de toutes les tentatives de reformulation de la mécanique quantique ayant pour but de résoudre, au moins partiellement, ces difficultés.

L'ouvrage présent de Franck Laloë répond à ces deux objectifs. Il introduit et discute en détail un certain nombre de résultats et de notions, comme le théorème d'Einstein-Podolsky-Rosen, le théorème de Bell, l'intrication quantique, qui illustrent clairement le caractère étrange du comportement quantique. Au cours des dernières décennies, des progrès expérimentaux importants ont été réalisés. Par exemple, il est devenu possible de suivre l'évolution en temps réel d'un atome unique. De nombreuses expériences, considérées comme des « expériences de pensée » par les pères fondateurs de la mécanique quantique sont devenues réalisables. Ces expériences sont brièvement passées en revue, ce qui permet de faire le point sur les résultats acquis à ce jour, comme

par exemple la démonstration convaincante d'une violation des inégalités de Bell.

Une grande partie de ce livre est par ailleurs consacrée à une présentation claire et objective des différentes formulations alternatives qui ont été jusqu'ici proposées pour remplacer la théorie « orthodoxe » traditionnelle. Un grand soin est apporté au respect de la logique propre et de la cohérence interne de chacune de ces formulations. Le lecteur peut ainsi se forger une idée précise de ces tentatives et acquérir une vision globale de l'état de la discipline. A une époque où la spécialisation des recherches s'accroît de plus en plus, il me paraît crucial de ménager des temps de réflexion, où l'on essaie de prendre du recul et de se poser des questions sur la signification profonde des concepts que l'on utilise. Je suis sûr que le présent ouvrage sera précieux pour entreprendre une telle réflexion. J'y reconnais les qualités de clarté, de rigueur intellectuelle, de profondeur de l'analyse que j'ai toujours grandement appréciées chez l'auteur tout au long de nombreuses années de collaboration amicale. Je souhaite à cet ouvrage de rencontrer le succès qu'il mérite.

Claude Cohen-Tannoudji